

P. 20 20 84 / 10 E 6

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

87 EP 0 635 391 B1

10 DE 694 02 920 T 2

51 Int. Cl. 6:  
B 60 K 41/24  
F 16 D 48/02

21	Deutsches Aktenzeichen:	694 02 920.3
86	Europäisches Aktenzeichen:	94 305 236.5
86	Europäischer Anmeldetag:	18. 7. 94
87	Erstveröffentlichung durch das EPA:	25. 1. 95
87	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	2. 5. 97
47	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	11. 12. 97

30 Unionspriorität:  
94874 19.07.93 US

73 Patentinhaber:  
Eaton Corp., Cleveland, Ohio, US

74 Vertreter:  
Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT, DE, ES, FR, GB, IT, NL, SE

72 Erfinder:  
Smedley, Daniel George, Farmington Hills, Michigan  
48335, US

54 Berührungspunkt-Erkennungsalgorithmus für automatisches Kupplungssteuergerät.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 694 02 920 T 2

DE 694 02 920 T 2

Berührungspunkt-Erkennungsalgorithmus für automatisches Kupplungssteuergerät

Technisches Gebiet der Erfindung

Gegenstand der Erfindung sind automatische Kupplungssteuerungseinrichtungen und spezieller die Bestimmung der Kupplungsposition zur beginnenden Drehmomentübertragung bei einer automatischen Kupplungssteuerung.

Hintergrund der Erfindung

In den vergangenen Jahren hat sich ein wachsendes Interesse an erhöhter Automatisierung der Steuerung des Antriebstrangs von Kraftfahrzeugen und insbesondere in der Steuerung des Antriebstrangs großer LKWs ergeben. Die Verwendung automatischer Getriebe ist bei Personenwagen und leichten Lastkraftwagen bekannt. Das typische automatische Getriebe eines solchen Fahrzeugs weist einen Flüssigkeits-Drehmomentwandler und hydraulisch geschaltete Gänge zur Auswahl der Enduntersetzung zwischen der Motor-kurbelwelle und den Antriebsrädern auf. Diese Gangwahl basiert auf der Motordrehzahl der Fahrzeuggeschwindigkeit und ähnlichem. Es ist bekannt, dass solche automatischen Getriebe die Effektivität der Leistungsübertragung von dem Motor auf die Antriebswelle und damit einhergehend die Kraftstoffwirtschaftlichkeit und Leistung im Vergleich zu der gekonnten Betätigung eines manuellen Getriebes vermindern. Solche hydraulischen automatischen Getriebe haben infolge der Verminderung der Betriebseffizienz des Fahr-

zeugs keine weite Verbreitung bei großen Kraftfahrzeugen gefunden.

Einer der Gründe für den Effektivitätsverlust bei der Benutzung hydraulischer, automatischer Getriebe ist der Verlust, der in dem Flüssigkeits-Drehmomentwandler auftritt. Ein typischer Flüssigkeits-Drehmomentwandler zeigt Schlupf und infolgedessen Drehmoment-Leistungsverlust in allen Betriebsarten. Es ist bekannt, gesperrte Drehmomentwandler zu verwenden, die oberhalb gewisser Motordrehzahlen eine direkte Verbindung zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle des Getriebes schaffen. Diese Technik liefert, wenn sie aktiviert ist, eine angemessene Drehmomentübertragungseffizienz, jedoch erbringt diese Technik bei geringeren Drehzahlen keine Effektivitätsgewinn.

Es ist vorgeschlagen worden, die einem hydraulischen Drehmomentwandler innewohnende Ineffizienz zu beseitigen, indem dieser durch eine automatisch betätigte Reibungskupplung ersetzt wird. Diese Maßnahme führt zu einem anderen Problem, das bei der Verwendung hydraulischer Drehmomentwandler nicht auftritt. Verwendete Reibungskupplungen weisen einen ansehnlichen Hub auf, bevor die Kupplung zu greifen beginnt. Der Punkt, bei dem die Kupplung zu greifen beginnt, wird als der Berührungspunkt bezeichnet. Vor diesem Berührungspunkt kann kein nennenswertes Drehmoment über die Kupplung übertragen werden. Die Kupplungssteuerung verwendet den Berührungspunkt vorzugsweise als die Nullposition für ihren Steueralgorithmus. Weil vor dem Berührungspunkt keine nennenswerte, kontrollierte Drehmomentübertragung stattfinden kann, bewegt die Kupplungssteuerung die Kupplung vorzugsweise schnell zu diesem Punkt wenn das Kupplungseinrücken gesteuert wird.

Es wäre somit ein Vorteil, eine automatische Kupplungsbetätigung einer Reibungskupplung zu schaffen, die eine verlässliche und automatische Art und Weise zur

Bestimmung des Kupplungsberührungspunkts beinhaltet. Ein Vorschlag zur Lösung dieses Problems wird in der europäischen Patentanmeldung EP-A-0 550 222 gemacht, die mit "Touch Point Identification for Automatic Clutch Controller" (automatische Berührungspunktbestimmung für eine automatische Kupplungssteuerung) bezeichnet ist und auf den Anmelder der vorliegenden Erfindung lautet. Hier wird der Berührungspunkt korrekt bestimmt, jedoch ist dazu eine nennenswerte Zeit erforderlich. Bei der vorliegenden Erfindung geht dies sehr viel schneller, insbesondere, wenn die Vorgeschichte des Berührungspunkts bekannt ist.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Diese Erfindung liefert eine automatische und verlässliche Bestimmung des Berührungspunkts unter der Steuerung einer automatischen Kupplungssteuerung zur Kupplungsbetätigung. Die Erfindung wird in einer Anordnung verwendet, die einen Motor, eine Reibungskupplung, ein mehrgängiges Getriebe mit einer Leerlaufposition, eine Eingangswellenbremse, wenigstens einen mit dem Ausgang des mehrgängigen Getriebes verbundenes Antriebsrad und eine automatische Kupplungssteuerung aufweist.

Bei der Erfindung wird der Berührungspunkt bestimmt, während der Motor im Leerlauf dreht, wobei das Getriebe im Leerlauf befindlich und eine Eingangswellenbremse aktiviert ist. Die Eingangswellenbremse wird gewöhnlich dazu verwendet, um die Getriebeeingangswelle zu verlangsamen, um die Drehzahlen bei Hochschaltvorgängen anzupassen. Das Bremsmoment der Eingangswellenbremse beträgt ungefähr 5% des Leerlaufdrehmoments des Motors. Der Berührungspunkt wird jedes Mal wenn der Motor angelassen wird bestimmt oder aktualisiert.

Wenn das Fahrzeug zum ersten Mal in Betrieb genommen wird, oder wenn aus irgendeinem anderen Grund keine vorige

Kenntnis über den Berührungspunkt vorliegt, wird die Berührungspunktbestimmung in zwei Schritten durchgeführt. In jedem Schritt kuppelt die Kupplungsbetätigungsteuerung die Kupplung soweit ein, dass die gemessene Getriebeingangswellendrehzahl einer Referenzdrehzahl entspricht, die geringer ist als die Leerlaufdrehzahl. Bei der bevorzugten Ausführungsform liegt die Referenzdrehzahl zwischen 40% und 60% der Leerlaufdrehzahl. Der erste Schritt bestimmt schnell eine Annäherung an den Berührungspunkt, indem die Kupplung schnell in Schliessrichtung bewegt wird, bis die Eingangswellendrehzahl der Referenzdrehzahl entspricht; infolge der beschränkten Reaktionsfähigkeit des Systems wird dies eine höhere Annäherung (stärkeres Einkuppeln) ergeben als der gewünschte Berührungspunkt. Dann wird die Kupplung vollkommen getrennt und schnell zu einer Position bewegt, die um einen Offsetbetrag unter dem angenäherten Berührungspunkt liegt, und langsam eingekuppelt, um wiederum ein Anpassen der Getriebeingangswellendrehzahl an die Referenzdrehzahl zu erzielen. Der Einkuppelgrad ist zu diesem Zeitpunkt der Berührungspunkt, der für die Steuerung nachfolgender Kupplungsbetätigungen verwendet wird.

In den meisten Fällen ist der Berührungspunkt bereits von vorigen Betätigungen vorhanden und in einem Speicher eines Computers gespeichert. Infolge von Einflußfaktoren, wie Kupplungsabnutzung und Temperaturänderungen, kann sich der Berührungspunkt ändern und der gespeicherte Berührungspunkt wird deshalb bei jedem Anlassen aktualisiert. Die Kupplung wird in eine Position gebracht, die unterhalb des gespeicherten Berührungspunkts liegt und langsam weiter eingekuppelt bis die Getriebeeingangswellendrehzahl die Referenzdrehzahl erreicht. Der neue Berührungspunkt, der bestimmt ist, wenn dies eintritt, kann als der aktualisierte Berührungspunkt verwendet werden oder es kann ein aus dem gespeicherten und den neuen Werten bestimmter Wert verwendet werden, um den aktualisierten Berührungspunkt zu bestimmen.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Diese und andere Aufgaben und Aspekte der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend in Verbindung mit den Zeichnungen beschrieben, in denen:

- Figur 1 eine schematische Ansicht des Fahrzeugantriebsstrangs veranschaulicht, der den erfindungsgemäßen Kupplungsbetätigungskontroller enthält;
- Figur 2 die typische Beziehung zwischen dem Einrücken der Kupplung und dem Kupplungsdrehmoment veranschaulicht;
- Figur 3 ein Kupplungspositionsdiagramm ist, das die Bestimmung des Berührungspunkts durch einen zweistufigen Prozess veranschaulicht, der erfindungsgemäß verwendet wird, wenn kein Vorwissen über den Berührungspunktwert vorhanden ist.
- Figur 4 ist ein Kupplungspositionsdiagramm, das die erfindungsgemäße Bestimmung des Berührungspunkts unter Nutzung von Vorwissen über den Berührungspunktwert veranschaulicht und

die Figuren

- 5 bis 7 sind Flußbilder, die die erfindungsgemäßen Verfahren der Bestimmung von Berührungspunkten veranschaulichen.

### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Figur 1 veranschaulicht den Antriebstrang eines Kraftfahrzeugs, einschliesslich der erfindungsgemäßen automatischen Kupplungssteuerung in schematischer Form. Das Kraftfahrzeug weist als Antriebsleistungswelle einen Motor 10 auf. Für einen großen Lastkraftwagen der Bauart,

bei der die vorliegende Erfindung am besten anwendbar ist, wäre der Motor 10 ein Dieselmotor. Die Drossel 11, die typischerweise ein Fußpedal ist, steuert den Betrieb des Motors 10 über eine Drosselfilter 12. Das Drosselfilter 12 filtert das an den Motor 12 gelieferte Drosselsignal, in dem es bei Empfang einer sprungförmigen Drosselerhöhung von der Drossel 11 ein rampenförmiges Drosselsignal abgibt. Der Motor 10 erzeugt Drehmoment an der Motorwelle 15. Der Motordrehzahlsensor 13 erfasst die Drehzahl der Motorwelle 15. Der tatsächliche Ort der Drehzahlerfassung durch den Motordrehzahlsensor kann das Schwungrad des Motors sein. Der Motordrehzahlsensor 13 ist vorzugsweise ein vielzahniges Rad, dessen Drehung durch einen magnetischen Sensor erfasst wird.

Die Reibungskupplung 20 weist eine feste Platte 21 und eine bewegbare Platte 23 auf, die ganz oder teilweise in Eingriff bringbar sind. Die feste Platte 21 kann von dem Schwungrad des Motors gebildet sein. Die Kupplung 20 kuppelt entsprechend dem Grad des Greifens zwischen der festen Platte 21 und der bewegbaren Platte 23 Drehmoment von der Motorwelle 15 auf die Getriebeeingangswelle 25. Es sei angemerkt, dass, während Figur 1 lediglich ein einzelnes Paar einer festen und einer bewegbaren Platte veranschaulicht, es für den Fachmann ersichtlich ist, dass die Kupplung 20 mehrere solcher Plattenpaare enthalten kann.

In Figur 2 ist ein typischer Verlauf des Drehmoments über der Kupplungsposition veranschaulicht. Der Kupplungsdrehmoment /Positions-kurve 62 ist für einen Bereich für Einkuppelstellungen vor einem Punkt 64 beginnenden Greifens anfänglich Null. Das Kupplungsdrehmoment steigt dann mit wachsendem Einkuppeln monoton an. Der Berührungspunkt 66 wird auf den Einkuppelwert festgelegt, der die Übertragung eines kleinen festgelegten zu überwindenden Bremsmoments gestattet, um die Getriebeeingangswelle mit einer Referenzdrehzahl anzutreiben. Bei dem in Figur 2 veranschau-

lichten Beispiel steigt das Kupplungsdrehmoment zunächst langsam und dann steiler an bis bei dem voll eingekuppelten Punkt 68 das maximale Kupplungsdrehmoment erreicht ist. Die typische Kupplungsauslegung erfordert, dass das maximale Kupplungsdrehmoment in vollständig eingekuppelter Stellung ungefähr  $1,5 \times$  das maximale Drehmoment beträgt. Dies stellt sicher, dass die Kupplung 20 das von dem Motor 10 erzeugte maximale Drehmoment ohne Schlupf übertragen kann.

Der Kupplungsaktor 27 ist mit der bewegbaren Platte 23 verbunden, um die Kupplung 20 aus dem Trennzustand über teilweises Greifen in den vollständig eingekuppelten Zustand zu überführen. Der Kupplungsaktor 27 kann ein elektrischer, hydraulischer oder pneumatischer Aktuator sein und er kann stellungs- oder druckgesteuert sein. Der Kupplungsaktor 27 steuert den Einkuppelgrad entsprechend einem Kupplungseinrücksignal von dem Kupplungsbetätigungscontroller 60, der vorzugsweise einen Mikroprozessor enthält, der zur Ausführung der hier erläuterten Steuerprinzipien programmiert ist. Bei der bevorzugten Ausführungsform dieser Erfindung ist der Kupplungsaktor ein Regler. Der Kupplungsaktor 27 regelt den Einkuppelgrad, um die von dem Kupplungspositionssensor 29 gemessene Kupplungsposition dem Kupplungseinrücksignal folgen zu lassen. Die Berührungspunktbestimmung nutzt vorzugsweise die von dem Kupplungspositionssensor 29 gemessene Kupplungsposition. Der Fachmann erkennt, dass der Kupplungsaktor 27 durch ein Kupplungsbetätigungssignal druckgesteuert sein kann, das den gewünschten Kupplungsdruck entspricht, und dass eine Kupplungsdruck-Rückführung von einem Kupplungsdrucksensor verwendet werden kann.

Der Getriebeeingangswellen-Drehzahlsensor 31 erfasst die Drehzahl der Getriebeeingangswelle 25, die den Eingang des Getriebes 30 bildet. Das Getriebe 30 liefert auswählbare Untersetzungsverhältnisse, um die Antriebswelle 35 unter der Steuerung des Getriebschaltkontrollers 33



anzutreiben, die Antriebswelle 35 ist mit einem Differential 40 gekuppelt. Ein Getriebeausgangswellen-Drehzahlsensor 37 erfasst die Drehzahl der Antriebswelle 35. Der Getriebeeingangswellen-Drehzahlsensor 31 und der Getriebeausgangswellen-Drehzahlsensor sind vorzugsweise in derselben Weise aufgebaut, wie der Motordrehzahlsensor 13. Wenn das Kraftfahrzeug ein großer Lastkraftwagen ist, treibt das Differential 40 Achswellen 41 bis 44 an, die ihrerseits mit entsprechenden Rädern 51 bis 54 gekuppelt sind.

Der Getriebeschaltcontroller 33 empfängt Eingangssignale von der Drossel 11, dem Motordrehzahlsensor 13, dem Getriebeeingangswellen-Drehzahlsensor 31 und dem Getriebeausgangswellen-Drehzahlsensor 37. Die Getriebeschaltsteuerung 33 erzeugt Gangauswahlsignale, um das Getriebe 30 zu steuern, sowie Kupplungseinrück-/Ausrück-Signale, die zu dem Kupplungsbetätigungscontroller 60 geleitet werden. Der Getriebeschaltcontroller 33 wechselt vorzugsweise die letzte von dem Getriebe 30 erbrachte Gangstufe entsprechend der Fahrpedal- oder Drosseleinstellung, der Motordrehzahl, der Getriebeeingangswellendrehzahl und der Getriebeausgangswellendrehzahl. Der Getriebeschaltcontroller 33 liefert entsprechende Ein- und Ausrücksignale an den Kupplungsbetätigungscontroller 60 in Abhängigkeit davon, ob die Reibungskupplung 20 ein- oder ausgerückt werden sollte. Der Getriebeschaltcontroller überträgt außerdem ein Gangsignal an den Kupplungsbetätigungscontroller 60. Dieses Gangsignal gestattet den Aufruf eines Satzes von Koeffizienten, die dem gewählten Gang entsprechen. Der Getriebeschaltcontroller 33 betätigt bei Hochschaltvorgängen vorzugsweise kurz die Eingangswellenbremse 29. Diese verlangsamt die Drehzahl der Getriebeeingangswelle 25 zur Anpassung an die Drehzahl der Antriebswelle 35 vor dem Einrücken des höheren Gangs. Die erfindungsgemäße Berührungspunktbestimmung nutzt die Eingangswellenbremse 29 vorzugsweise in einer Weise, die nachstehend beschrieben ist. Es sei angemerkt, dass der Getriebe-

schaltkontroller 33 nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist und nicht weiter beschrieben wird.

Der Kupplungsbetätigungscontroller 60 liefert ein Kupplungseinrücksignal an den Kupplungsaktuator 27 zur Steuerung der Position der bewegbaren Scheibe 23. Dies steuert die Größe des von der Kupplung 20 übertragenen Drehmoments gemäß der Kupplungsdrehmoment/Positions-Kurve 62 nach Figur 2. Der Kupplungsbetätigungscontroller 60 arbeitet unter der Steuerung des Getriebschaltcontrollers 33. Der Kupplungsbetätigungscontroller 60 steuert die Bewegung der bewegbaren Scheibe 23 aus der Trennstellung in eine Stellung wenigstens beginnenden Greifens oder vollständigen Kuppelns bei Empfang des Einkuppelsignals von dem Getriebschaltcontroller 33. Es wird damit gerechnet, dass das Kupplungseinrücksignal die gewünschte Kupplungsposition kennzeichnet. Der Kupplungsaktuator 27 enthält vorzugsweise ein Regelsystem, dass die von dem Kupplungspositionssensor 29 gemessene Kupplungsposition zur Überführung der beweglichen Scheibe 23 in diese gewünschte Position nutzt. Es ist außerdem möglich, dass das Kupplungseinrücksignal einen gewünschten Kupplungsdruck repräsentiert, wobei der Kupplungsaktuator 27 diesen Druck auf den gewünschten Druck regelt. In Abhängigkeit von dem speziellen Fahrzeug kann es für den Kupplungsaktuator 27 möglich sein, in offener Schleife als Steuerung zu arbeiten. Die genauen Einzelheiten des Kupplungsaktuators 27 sind für diese Erfindung nicht kritisch und werden nicht weiter diskutiert.

Der Kupplungsbetätigungscontroller 60 erzeugt vorzugsweise ein vorbestimmtes Steuersignal für ein rampenförmiges Trennen der Kupplung 20 bei Empfang des Trennsignals von dem Getriebschaltcontroller 33. Für dieses vorbestimmte gesteuerte Trennen der Kupplung 20, werden keine nachteiligen schwingenden Reaktionen erwartet.

Die Steuerfunktion des Kupplungsbetätigungscontrollers 60, wird lediglich für Kupplungspositionen zwischen dem Berührungspunkt 66 und vor dem Einkuppeln benötigt. Ein Einkuppeln, das geringer ist als der entsprechende Berührungspunkt 66, liefert lediglich eine geringe Drehmomentübertragung, weil die Kupplung 20 nahezu vollständig trennt. Die vorliegende Erfindung liegt in der Art und Weise der Erfassung der Kupplungsposition, die dem Berührungspunkt 66 entspricht. Bei Empfang des Einrücksignals von dem Getriebebeschaltcontroller 33 bewegt der Kupplungsbetätigungscontroller 60 die Kupplung 20 vorzugsweise schnell zu einem Punkt, der dem Berührungspunkt 66 entspricht. Dies stellt die Null der Kupplungseinrücksteuerung auf den Berührungspunkt 66 ein. Danach wird das Kupplungseinrücken durch die Steuerfunktion des Kupplungsbetätigungscontrollers 60 gesteuert.

Die Bestimmung des Berührungspunkts beinhaltet, dass das Getriebe 30 in den Leerlauf überführt und die Eingangswellenbremse 29 betätigt wird. Konzeptionsgemäß kann die Kupplung 20 mit vollständig getrenntem Zustand beginnend zunehmend eingerückt werden, während der Motor 10 im Leerlauf dreht, bis die Getriebeeingangswellendrehzahl einen vorbestimmten Bruchteil der Motorleerlaufdrehzahl erreicht. Bei diesem Kupplungseinrückgrad, der dem Punkt 66 von Figur 2 entspricht, wird über die Kupplung 20 Drehmoment übertragen, das das geringe Bremsmoment der Eingangswellenbremse 29 überwindet. Um sicher zu stellen, dass die Kupplungsbewegung in Folge einer Verzögerung in der Systemantwort die Marke nicht überschreitet, wäre die Kupplung mit einer langsamen Geschwindigkeit einzurücken, was eine lange Zeit zur Durchführung der Bestimmung erfordern würde. Diesem Problem wird sich hier angenommen, indem erst der näherungsweise Berührungspunkt bestimmt und dann das relativ langsame zunehmende Einrücken von einem Punkt aus begonnen wird, der gerade unterhalb von diesem näherungsweise Berührungspunkt liegt, so dass die Eingangswellendrehzahl ihre Zieldrehzahl genau und ungeachtet der

langsamen Einrückgeschwindigkeit außerdem schnell erreicht.

Der Prozess der Berührungspunktbestimmung beginnt mit der Einstellung der richtigen Anfangsbedingungen. Diese Anfangsbedingungen beinhalten, dass der Motor 10 im Leerlauf dreht, das Getriebe 30 im Leerlauf befindlich und die Eingangswellenbremse 29 aktiviert ist. Die Eingangswellenbremse 29 ist normalerweise dazu vorhanden, um bei Hochschaltvorgängen die Anpassung der Drehzahl der Getriebeeingangswelle 25 an die der Antriebswelle 35 zu unterstützen. Weil die Kupplung 20 bei dem Schaltvorgang getrennt ist, ist das erforderliche Bremsmoment sehr gering. Die Eingangswellenbremse 29 muß lediglich ein Bremsmoment von ungefähr 5% des Drehmoments des Motors im Leerlauf entwickeln. Eine andere einzustellende oder zu wählende Anfangsbedingung ist die Referenzdrehzahl. Diese Referenzdrehzahl sollte 40% bis 50% der Motorleerlaufdrehzahl betragen und kann ein im Speicher des Computers vorhandener Parameter sein. Diese Referenzdrehzahl muss geringer sein als die Motorleerlaufdrehzahl, weil die Berührungspunktbestimmung einen Kupplungsschlupf erfordert, während der Motor 10 im Leerlauf dreht.

Die Figuren 3 und 4 veranschaulichen durch Kupplungskurven zwei Verfahren zur Bestimmung des Berührungspunkts 66 für die Kupplung 20. Wenn der Kontroller 60 keine Vergangenheitsdaten über den Berührungspunkt gesammelt hat, wird das zweistufige Verfahren nach Figur 3 angewendet, wohingegen, wenn der Berührungspunkt bereits näherungsweise bekannt ist, ein einstufiges Verfahren nach Figur 4 verwendet wird.

Entsprechend Figur 3 wird ein näherungsweise Berührungspunkt TPA bestimmt, in dem die Kupplung mit einer relativ schnellen Geschwindigkeit R1 fortschreitend eingerückt wird, bis die erfasste Getriebeeingangswellendrehzahl sich der Referenzdrehzahl annähert. Diese schnelle Geschwindig-

keit  $R_1$  ist ausgewählt, um die Messung des näherungsweisen Berührpunkts TPA zu beschleunigen. In der Praxis gestattet die beschränkte Reaktion des Systems der Getriebedrehzahl bei der schnellen Geschwindigkeit  $R_1$  die Referenzdrehzahl zu überschreiten; somit wird erwartet, dass der präzise Wert des Berührpunkts unterhalb des Werts von TPA liegt. Der erste Schritt endet durch Rückführung der Kupplung in ihre vollständig getrennte Position. Der zweite Schritt beinhaltet die schnelle Überführung der Kupplung in eine Position, die um einen Offsetwert  $\Delta 1$  oder  $TPA - \Delta 1$  unterhalb des näherungsweisen Berührpunkts liegt, sowie langsames Einrücken der Kupplung mit einer zweiten Geschwindigkeit  $R_2$ . Wegen der geringen Geschwindigkeit der Kupplungsbewegung wird der Berührpunkt TP präzise bestimmt, wenn die Getriebeeingangswellendrehzahl die Referenzdrehzahl erreicht. Die speziellen Geschwindigkeiten hängen von der spezifischen Anwendung ab. Es hat sich wenigstens bei einer Anwendung herausgestellt, dass eine Geschwindigkeit  $R_2$  zu wünschen ist, die ungefähr ein Fünftel der Geschwindigkeit von  $R_1$  beträgt.

Figur 4 veranschaulicht die einzige Stufe der Bestimmung des Berührpunkts, wenn ein Berührpunktwert  $TP_{old}$  von einem vorigen Betrieb des Fahrzeugs benutzt wird. Es wird angenommen, dass der Wert  $TP_{old}$  ziemlich nah an dem aktuellen Wert des Berührpunkts liegt und somit kann die Kupplungseinrückbewegung bei einem kleinen Offset  $\Delta 2$  unterhalb von  $TP_{old}$  oder  $TP_{old} - \Delta 2$  beginnen. Der Offset  $\Delta 2$  ist geringer als der Offset  $\Delta 1$ , der bei dem ersten Verfahren verwendet wird, weil die Genauigkeit von  $TP_{old}$  mehr Vertrauen genießt als die von TPA. Ausgehend von dem Anfangspunkt wird die Kupplung mit der Geschwindigkeit  $R_2$  langsam eingekuppelt bis die Eingangswellendrehzahl der Referenzdrehzahl entspricht, um den neuen Berührpunkt  $TP_{new}$  zu bestimmen. Dieser neue Wert von TP kann als der aktuelle Wert verwendet werden oder wenn eine Filterfunktion gewünscht ist, kann der aktuelle Wert von TP als eine Funktion sowohl von  $TP_{old}$  als auch  $TP_{new}$  verwendet werden, wie

bspw.  $TP = 0,25 TP_{\text{new}} + 0,75 TP_{\text{old}}$ ; dann erfolgt die Anpassung an jede Veränderung des Berührungspunkts graduell. Es wird die Kupplungseinrückgeschwindigkeit R2 bevorzugt, jedoch kann eine andere geringe Geschwindigkeit verwendet werden.

Der Ablauf der Bestimmung des Berührungspunkts ist vorzugsweise ein Subset der Steuerfunktion des Kupplungsbetätigungskontrollers 60. Insbesondere wird der Ablauf vorzugsweise von einem Mikroprozessor ausgeführt, der über einen Programm Befehle enthaltenden Speicher verfügt. Die Flußbilder der Figuren 5 bis 7 veranschaulichen den Typ des Programms das zur Durchführung der erforderlichen Bestimmungsvorgänge zweckmäßig ist. Jeder Schritt in den Flußbildern ist durch eine Bezugsziffer repräsentiert und die bevorstehende Beschreibung bezieht sich mit (stehenden <nn> Ziffern, die sich auf entsprechende Bezugszeichen beziehen die Funktionen.

Figur 5 ist der Anfang eines Programms zur Berührungspunktbestimmung. Der Eingangswellenbremse wird befohlen, die Getriebeeingangswelle <70> zu bremsen, und die Referenzdrehzahl wird zu einem Wert ausgewählt, der geringer ist als die Motorleerlaufdrehzahl <72>. Wenn für den Berührungspunkt <74> ein vorausgehender Wert bestimmt ist, wird die Aktualisierungsroutine betreten <76>, ansonsten wird ein Neuer-Berührungspunkt-ID-Routine betreten <78>.

Die Neuer-Berührungspunkt-ID-Routine 78 ist in Figur 6 veranschaulicht. Der Kupplung wird befohlen, mit der schnellen Geschwindigkeit R1 <80> einzukuppeln. Die Getriebeeingangswellendrehzahl wird wiederholt mit der Referenzdrehzahl <82> verglichen, bis die Referenzdrehzahl erreicht ist. Dann wird die Kupplungsposition gelesen <84> und der angenäherte Berührungspunkt TPA wird gleich der Kupplungsposition <86> gesetzt. Dann wird die Kupplung freigegeben <88> und nachfolgend in eine um den Offset  $\Delta 1$  <90> geringere Position als TPA überführt. Von dieser Position

ausgehend wird die Kupplung mit der langsamen Geschwindigkeit R2 <92> zunehmend eingekuppelt. Wiederum wird die Getriebeeingangswellendrehzahl mit der Referenzdrehzahl verglichen <94> und die Kupplungsposition wird gelesen, wenn die Geschwindigkeit erreicht wird <96>. Der Wert der Kupplungsposition wird TP zugeordnet <98>, der in dem Speicher gespeichert wird <100> und letztendlich wird die Eingangswellenbremse freigegeben <102>. Somit ist der Berührungspunkt TP zu Beginn bestimmt.

Die Aktualisierungs-Berührungspunkt-ID-Routine 76 ist in Figur 7 veranschaulicht. Hier liegt in dem Speicher des Mikroprozessors bereits ein Wert von TP vor. Dieser Wert wird  $TP_{old}$  zugeordnet <110>. Die Kupplung wird schnell in die Position  $TP_{old} - \Delta 2$  bewegt <112> und dann langsam mit der Geschwindigkeit R2 eingekuppelt <114>. Die Getriebeeingangswellendrehzahl wird mit der Referenzdrehzahl verglichen und wenn die Referenzdrehzahl erreicht wird, wird die Kupplungsposition gelesen <118>. Die Kupplungsposition wird  $TP_{new}$  zugeordnet <120> und es wird ein aktueller Wert des Berührungspunkts als eine Funktion von  $TP_{old}$  und  $TP_{new}$  berechnet <122>. Wenn es gewünscht ist, kann TP gleich  $TP_{new}$  gesetzt werden. Der Wert von TP wird gespeichert <124> und die Eingangswellenbremse wird freigegeben <126>, um die Berührungspunktbestimmung abzuschliessen.

Es sollte angemerkt werden, dass während der Kupplungsbetätigungsrückführung im Hinblick auf die Kupplungsposition beschrieben worden ist anstelle dessen auch der Kupplungsdruck verwendet werden kann.

Der hier geoffenbarte Algorithmus ermöglicht eine Technik zur Bestimmung des Kupplungsberührungspunkts in einer Art und Weise, die sowohl präzise als auch schnell ist. Der gesamte Vorgang wird sowohl bei dem Fall des vorher bekannten als auch des unbekannten Berührungspunkts innerhalb der halben Zeit bekannter Systeme durchlaufen, wenn der vorausgehende Berührungspunkt nicht bekannt ist, und innerhalb

eines Fünftels der Zeit, wenn der vorausgehende Berührungspunkt bekannt ist. Es werden vorhandene Baugruppen benutzt, weil die Eingangswellenbremse, die Sensoren und die Mikroprozessoren alle für einen Getriebebeschaltvorgang in der Kupplungssteuerung verwendet werden.

Der Schutzbereich der Erfindung mit der ein Ausschliesslichkeitsrecht beansprucht wird, ist wie folgt festgelegt:



Patentansprüche

1. Bei einer Anordnung mit einer Antriebsenergiequelle (10), die eine vorbestimmte Leerlaufdrehzahl aufweist, mit einer Reibungskupplung (20) zur gesteuerten Übertragung von Drehmoment von der Antriebsenergiequelle auf eine Kupplungsausgangswelle, mit einem mehrgängigen Getriebe (30), das eine mit der Kupplungsausgangswelle verbundene Eingangswelle (25) aufweist und eine Leerlaufposition hat, mit wenigstens einem mit der Ausgangswelle (35) des Getriebes verbundenen Antriebsrad (51-54) und mit einer automatischen Kupplungssteuerung (30) zum Steuern des Grades des Kupplungseinrückens ist ein Verfahren vorgesehen, um den Berührungspunkt der Reibungskupplung (20) zu bestimmen, das die folgenden Schritte aufweist:

Betrieb der Antriebsenergiequelle (10) mit der Leerlaufdrehzahl,

Auswahl der Leerlaufposition des Getriebes (30),

Beaufschlagung der Ausgangswelle der Reibungskupplung (20) mit einem vorbestimmten Bremsmoment,

Auswahl einer Referenzdrehzahl, die geringer ist als die Leerlaufdrehzahl,

Erfassen der Drehzahl der Ausgangswelle der Reibungskupplung, um die Getriebeeingangswelldrehzahl zu bestimmen,

Einrücken der Reibungskupplung (20) mit einem ersten Einrückmaß,

Erfassen eines ersten Maßes des Kupplungseinrückens, wenn die Getriebeeingangswellendrehzahl die Referenzdrehzahl erreicht,

Freigeben der Kupplung (20) durch Verändern des Einrückmaßes um ein erstes Offsetmaß von dem ersten Kupplungseinrückmaß ausgehend,

Einrücken der Reibungskupplung mit einem zweiten Einrückmaß, das kleiner als das erste Maß ist, und

Erfassen des Kupplungsberührungspunktes, wenn die Getriebeeingangswellendrehzahl bei dem Einrücken mit dem zweiten Maß die Referenzdrehzahl erreicht.

2. Erfindung gemäß Anspruch 1, wobei der Schritt der Erfassung des Kupplungsberührungspunktes beinhaltet, daß das Kupplungseinrückmaß erfaßt wird, wenn die Getriebeeingangswellendrehzahl die Referenzdrehzahl erreicht.

3. Erfindung gemäß Anspruch 2, bei der die Schritte des Erfassens des Kupplungseinrückmaßes beinhalten, daß der Druck der Reibungskupplung bemessen wird, und

bei der der Berührungspunkt der erfaßte Kupplungsdruck ist, wenn die Getriebedrehzahl die Referenzdrehzahl erreicht.

4. Erfindung nach Anspruch 2, bei der die Schritte des Erfassens des Kupplungseinrückmaßes das Messen der Position der Reibungskupplung beinhalten, und

bei der der Berührungspunkt die Kupplungsposition ist, die erfaßt wird, wenn die Getriebedrehzahl die Referenzdrehzahl erreicht.

5. Erfindung nach Anspruch 1, bei der das zweite Einrückmaß in der Größenordnung von einem Viertel des

ersten Einrückmaßes liegt, so daß der Berührungspunkt präzise festgestellt wird.

6. Erfindung nach Anspruch 1 mit den Schritten:

Speichern des Kupplungsberührungspunktes; und

nachfolgende Aktualisierung des Berührungspunktes durch die Schritte:

Betätigen der Reibungskupplung (20) mit einem Kupplungseinrückmaß, das um einen zweiten Offsetwert geringer ist als der gespeicherte Berührungspunkt, wobei der zweite Offsetwert kleiner ist als der erste Offsetwert,

Einrücken der Reibungskupplung (20) mit einem dritten Maß, das geringer ist als das erste Maß,

Erfassen des neuen Kupplungsberührungspunktes, wenn die Getriebeeingangswellendrehzahl bei dem Einrücken mit dem dritten Maß die Referenzdrehzahl erreicht, und

Bestimmen eines aktualisierten Kupplungsberührungspunktes auf der Basis des erfaßten neuen Berührungspunktes.

7. Erfindung nach Anspruch 6, wobei das dritte Maß der Kupplungsbetätigung gleich dem zweiten Maß ist.

8. Erfindung nach Anspruch 6, bei der der Schritt des Bestimmens eines aktualisierten Kupplungsberührungspunktes beinhaltet, daß der aktualisierte Berührungspunkt gleich dem neuen Berührungspunkt gesetzt wird.

9. Erfindung nach Anspruch 6, bei der der Schritt der Bestimmung eines aktualisierten Kupplungsberührungspunktes beinhaltet, daß ein aktualisierter Kupplungsberührungspunkt

aus dem gespeicherten Kupplungsberührpunkt und dem neuen Kupplungsberührpunkt berechnet wird.

10. Bei einer Anordnung mit einer vorbestimmten Leerlaufdrehzahl aufweisenden Antriebsleistungsquelle (10), mit einer Reibungskupplung (20) zur kontrollierten Übertragung von Drehmoment von der Antriebsleistungsquelle auf eine Kupplungsausgangswelle, mit einem vielgängigen Getriebe (30), das eine mit der Kupplungsausgangswelle verbundene Eingangswelle (25) sowie eine Leerlaufposition aufweist, mit wenigstens einem mit der Ausgangswelle (35) des Getriebes verbundenen Antriebsrad (51-54) und mit einer automatischen Kupplungssteuerung (60) zur Steuerung des Maßes der Kupplungsbetätigung, mit einem Speicher zur Abspeicherung eines bestimmten Kupplungsberührpunktes, ist ein Verfahren zur Aktualisierung des Berührpunktes der Reibungskupplung mit den folgenden Schritten vorgesehen:

Betrieb der Antriebsleistungsquelle (10) mit der Leerlaufdrehzahl,

Erfassen der Leerlaufposition des Getriebes,

Beaufschlagung der Ausgangswelle der Reibungskupplung mit einem vorbestimmten Bremsmoment,

Auswahl einer Referenzdrehzahl, die geringer ist als die Leerlaufdrehzahl,

Erfassen der Drehzahl der Ausgangswelle der Reibungskupplung, um die Getriebeeingangswelldrehzahl zu bestimmen,

Einrücken der Kupplung (20) mit dem Einrückmaß des gespeicherten Berührpunktes, vermindert um einen geringen Offset, so daß das Einrückmaß der Kupplung gerade unterhalb des gespeicherten Berührpunktes liegt,

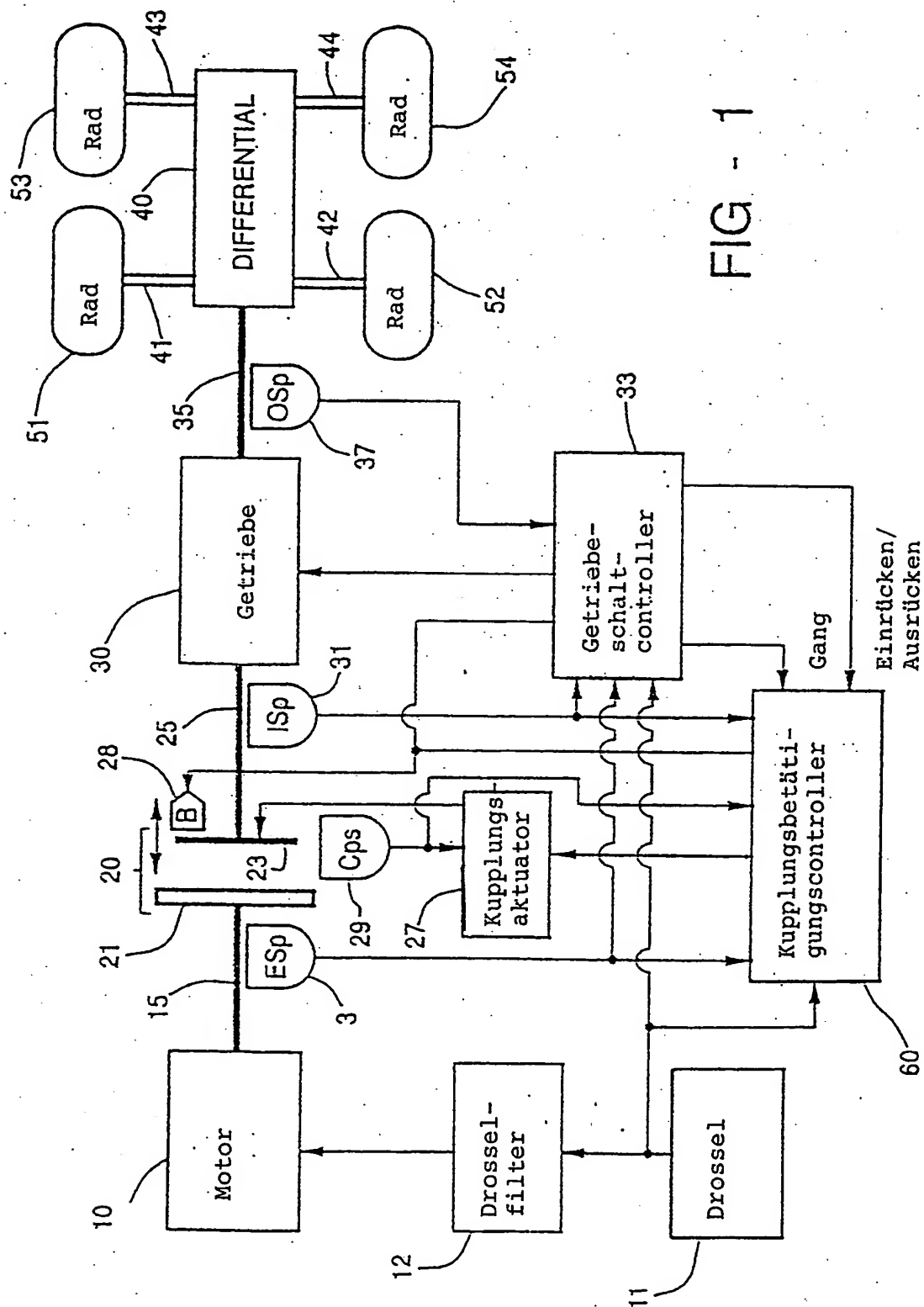
Beaufschlagung der Kupplung (20) mit einem geringen Beaufschlagungswert,

Erfassen des neuen Kupplungsberührungspunktes, wenn die Getriebeeingangswellendrehzahl die Referenzdrehzahl erreicht, und

Bestimmung eines aktualisierten Kupplungsberührungspunktes auf der Basis des erfaßten neuen Berührungspunktes.

11. Erfindung nach Anspruch 10, bei der der Schritt der Bestimmung eines aktualisierten Kupplungsberührungspunktes beinhaltet, daß der aktualisierte Berührungspunkt gleich dem neuen Berührungspunkt gesetzt wird.

12. Erfindung nach Anspruch 10, bei der der Schritt der Bestimmung eines aktualisierten Kupplungsberührungspunktes beinhaltet, daß ein aktualisierter Kupplungsberührungspunkt als ein Durchschnitt aus dem gespeicherten Kupplungsberührungspunkt und dem neuen Kupplungsberührungspunkt berechnet wird.



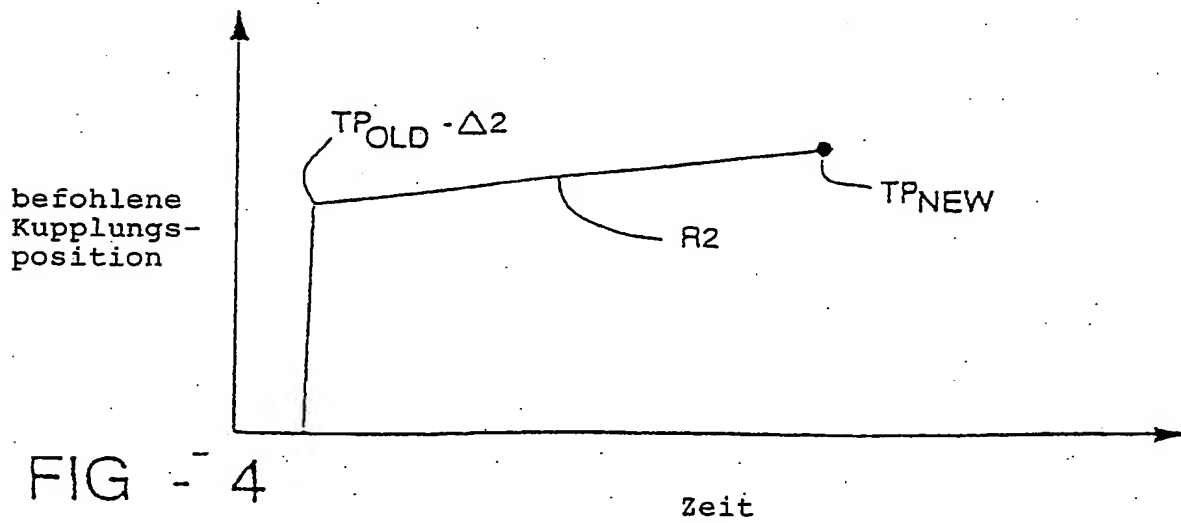
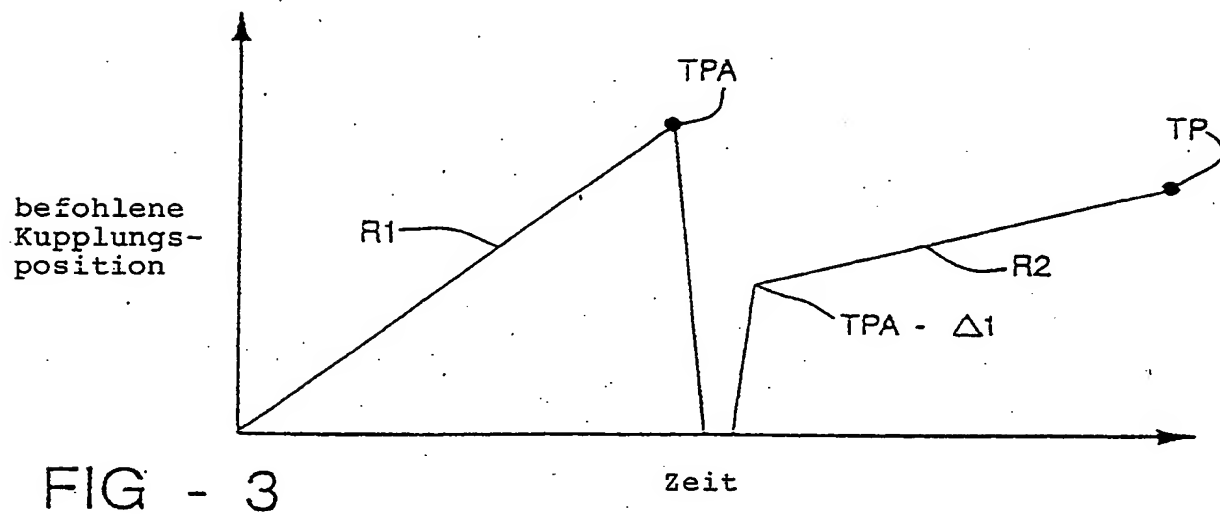
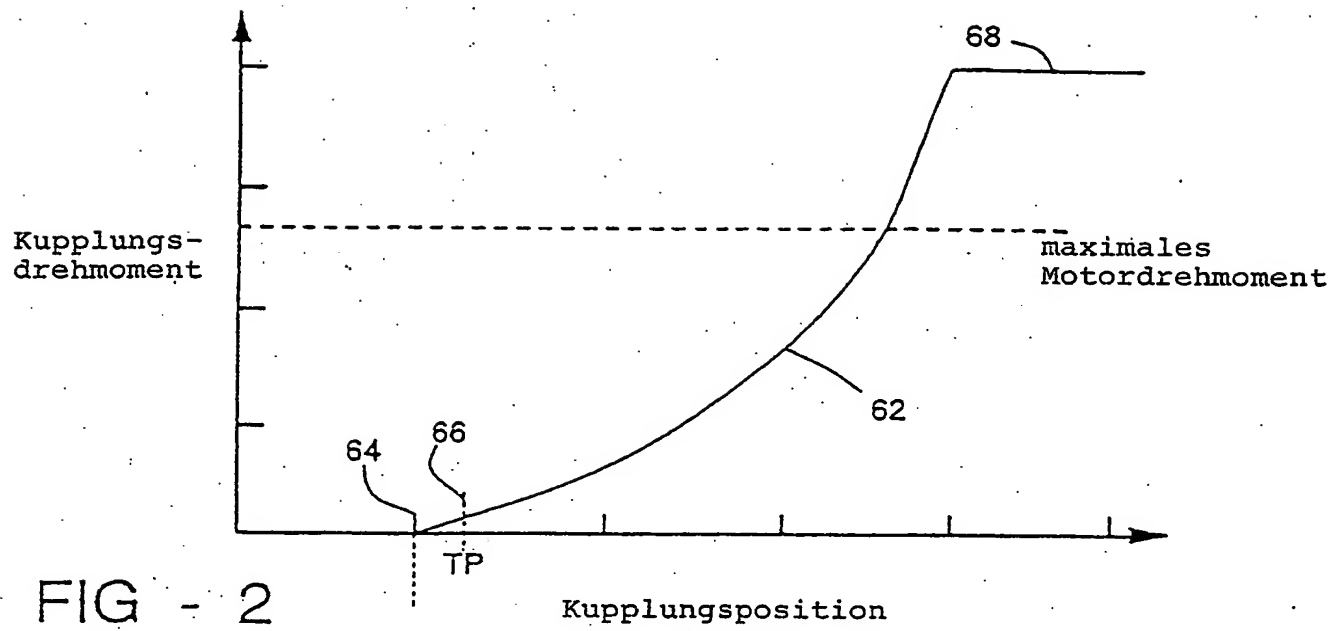


FIG - 5

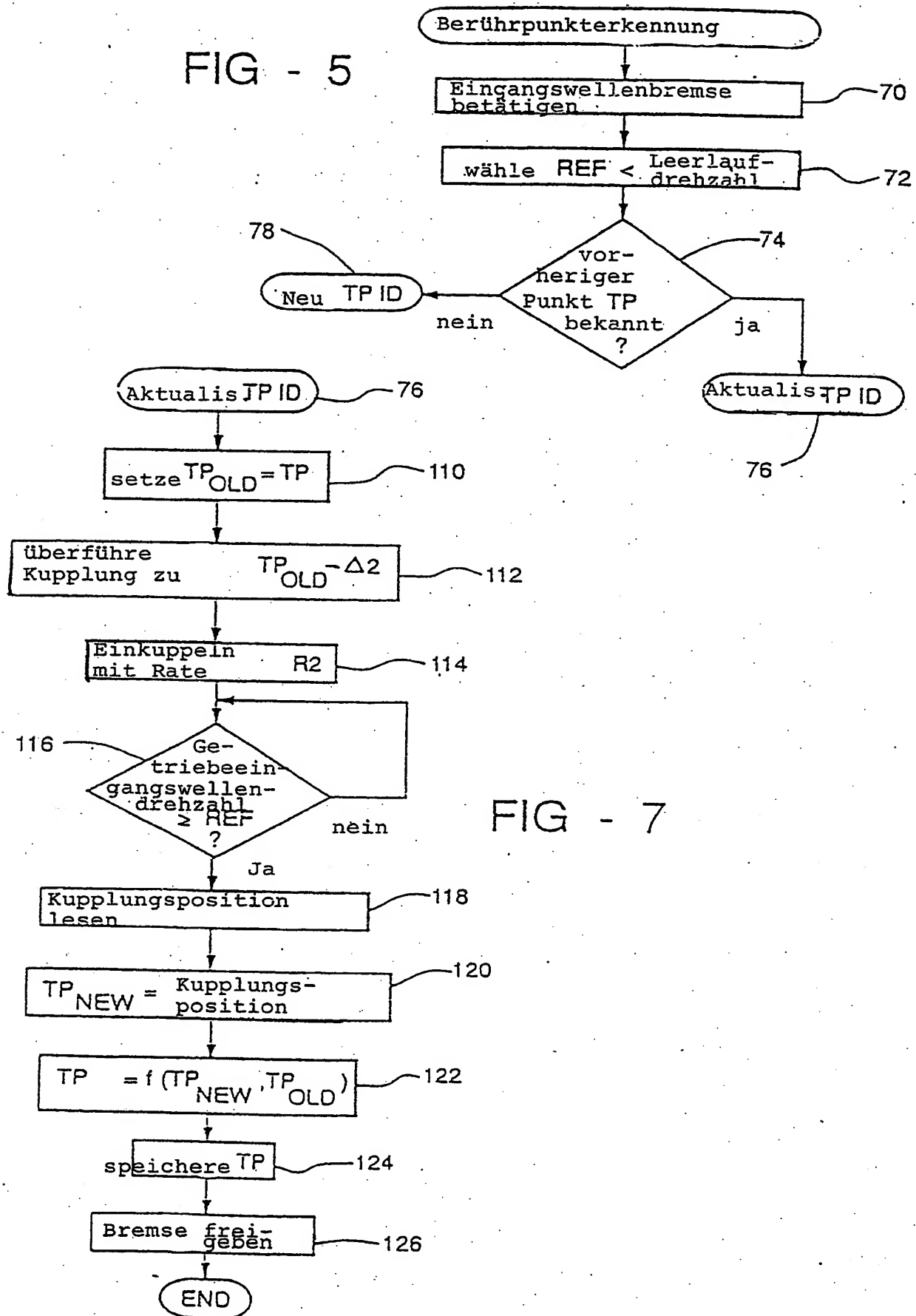
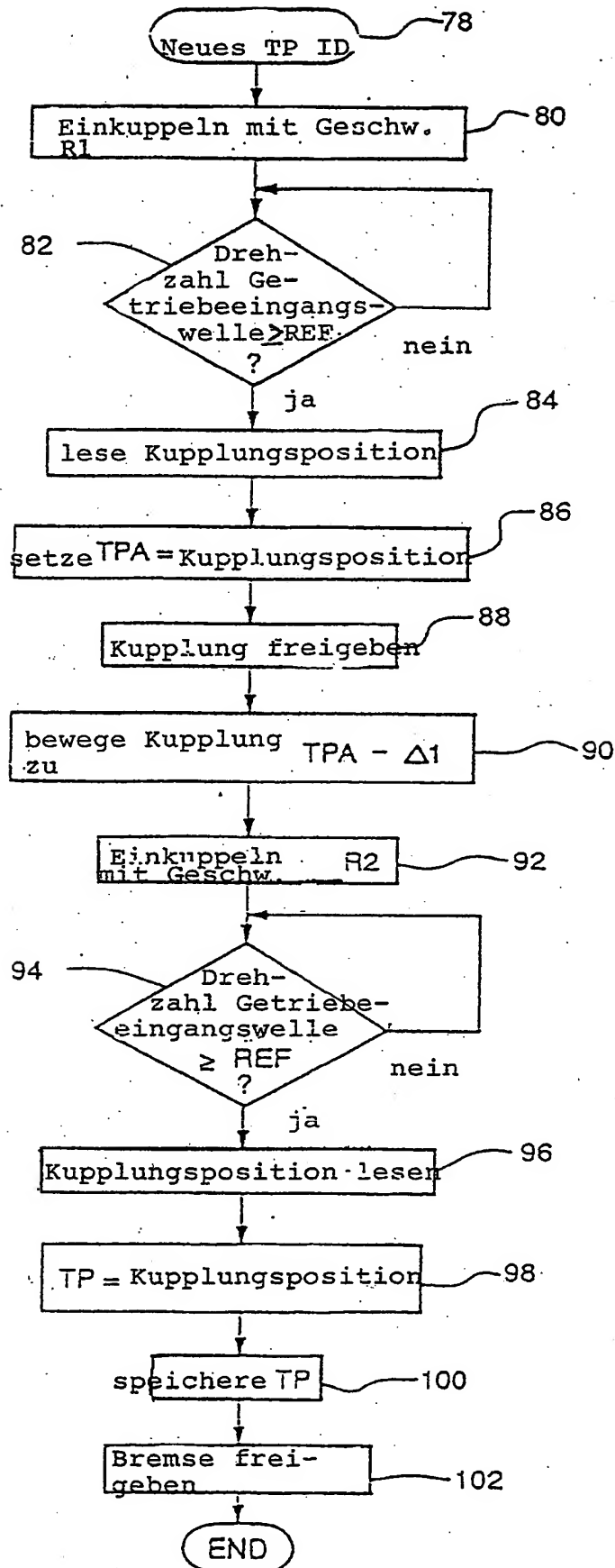


FIG - 7



FIG - 6








**This Page Blank (uspto)**

## Touch point identification algorithm for automatic clutch controller.

**Patent number:** DE69402920T  
**Publication date:** 1997-12-11  
**Inventor:** SMEDLEY DANIEL GEORGE (US)  
**Applicant:** EATON CORP (US)  
**Classification:**  
**- international:** F16H59/42; F16H61/00; F16H61/04; F16H59/42;  
F16H61/00; F16H61/04; (IPC1-7): B60K41/24;  
F16D48/02  
**- european:** B60K41/22E  
**Application number:** DE19946002920T 19940718  
**Priority number(s):** US19930094874 19930719

### Also published as:

 EP0635391 (A2)  
 US5393274 (A1)  
 JP7145834 (A)  
 EP0635391 (A3)  
 BR9402285 (A)

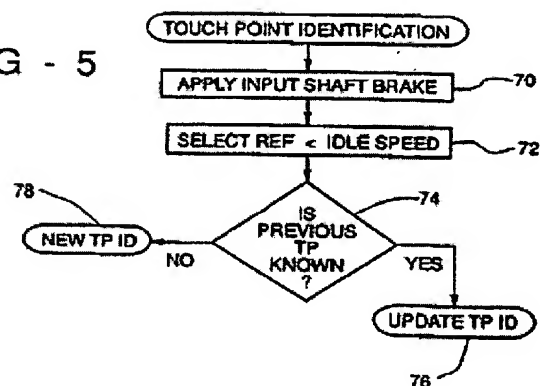
more >>

Report a data error here

Abstract not available for DE69402920T  
 Abstract of corresponding document: **EP0635391**

This invention provides automatic and reliable determination of the touch point of a clutch controlled by an automatic clutch actuation controller. This invention determines the touch point upon power-up while idling the engine, with the transmission in neutral and an input shaft brake applied. The clutch actuation controller gradually engages the clutch so that the measured transmission input speed matches a reference speed signal preferably between 40% and 60% of the idle speed. If the actuation is slow enough, this reliably provides the degree of clutch engagement at a small torque matching the braking torque which is the touch point. If there is no previous knowledge of the touch point, the clutch is applied at a fast rate and an approximate touch point is determined, then the clutch is positioned below the approximate touch point and is again applied at a slow rate to more accurately ascertain the touch point. If there is previous knowledge of the touch point, the clutch is positioned just below the old touch point and is applied at a slow rate to determine a new touch point. The new and old touch points may be combined to determine the updated touch point.

FIG - 5



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**